

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-250829

(43)Date of publication of application : 27.09.1996

(51)Int.Cl.

H05K 1/16

(21)Application number : 07-049734

(71)Applicant : SUMITOMO KINZOKU ELECTRO DEVICE:KK

(22)Date of filing : 09.03.1995

(72)Inventor : FUKAYA MASASHI

(54) THICK FILM PASTE AND CERAMIC CIRCUIT BOARD USING IT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a thick film paste and a ceramic circuit board whose resistance element hardly contains bubbles and which has an overcoat simultaneously baked with the resistor and a ceramic substrate.

CONSTITUTION: The BET values of the RuO₂ resistance powder and glass powder which are the materials of thick film paste are respectively adjusted to 10-20m²/g and 4-14m²/g and the BET value of the glass powder of the overcoat of the paste is adjusted to 2-6m²/g.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3019136

[Date of registration] 07.01.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3019136号
(P3019136)

(45) 発行日 平成12年3月13日(2000.3.13)

(24) 登録日 平成12年1月7日(2000.1.7)

(51) Int.Cl.⁷ 識別記号

H 0 5 K 1/16
H 0 1 C 7/00
H 0 5 K 3/28

F I

H 0 5 K 1/16
H 0 1 C 7/00
H 0 5 K 3/28

C
M
A

請求項の数 5 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-49734

(22) 出願日 平成7年3月9日(1995.3.9)

(65) 公開番号 特開平8-250829

(43) 公開日 平成8年9月27日(1996.9.27)

審査請求日 平成10年8月20日(1998.8.20)

(73) 特許権者 391039896

株式会社住友金属エレクトロデバイス
山口県美祢市大嶺町東分字岩倉2701番1

(72) 発明者 深谷 昌志

山口県美祢市大嶺町東分字岩倉2701番1
株式会社住友金属セラミックス内

(74) 代理人 100078994

弁理士 小松 秀岳 (外3名)

審査官 亀ヶ谷 明久

(56) 参考文献 特開 昭61-212091 (J P, A)

特開 平7-22202 (J P, A)

特開 平8-153945 (J P, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 厚膜ペースト及びそれを用いたセラミック回路基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 オーバーコートガラスと抵抗体とを同時焼成するセラミック回路基板に使用する抵抗ペーストにおいて、該抵抗ペーストがRuO₂粉末、ガラス粉末、及び有機ポリマーと溶剤とから成るビヒクルとで構成され、RuO₂粉末の比表面積が10～20m²/gであり、ガラス粉末の比表面積が4～14m²/gである事を特徴とするセラミック回路基板用抵抗ペースト。

【請求項2】 オーバーコートガラスと抵抗体とを同時焼成するセラミック回路基板に使用するオーバーコートガラスペーストにおいて、該オーバーコートガラスペーストがガラス粉末、及び有機ポリマーと溶剤とからなるビヒクルとで構成され、ガラス粉末の比表面積が2～6m²/gである事を特徴とするオーバーコートペースト。

【請求項3】 上記抵抗体がガラス成分としてCaO-AI₂O₃-SiO₂-B₂O₃系であることを特徴とする請求項1記載の抵抗ペースト。

【請求項4】 上記オーバーコートガラスの成分としてCaO-AI₂O₃-SiO₂-Cr₂O₃-B₂O₃系ガラス粉末60～90重量%とアルミナ粉末10～40重量%を含有することを特徴とする請求項2記載のオーバーコートペースト。

【請求項5】 請求項1～4のいずれか1つにおいて、使用されるセラミック回路基板が、CaO-AI₂O₃-SiO₂-B₂O₃系又はMgO-AI₂O₃-SiO₂-B₂O₃系ガラスとアルミナよりなることを特徴とするセラミック回路基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はオーバーコートガラスで覆われた外部抵抗体を表面に有するセラミック回路基板用厚膜ペースト及びそれを有したセラミック回路基板に関する。更に詳しくはトリミングによって得られた正確な抵抗値を安定に維持する外部抵抗体を有するセラミック回路基板用厚膜ペーストに関する。

【0002】

【従来の技術】集積回路に使用されるセラミック回路基板において、多層回路基板の層間に設けられる内蔵抵抗体の他に、セラミック回路基板の表面に印刷された導体パターンと外部抵抗体などからなる回路が設けられ、セラミック回路基板の高機能化、低コスト化に貢献している。

【0003】基板表面に厚膜抵抗体を形成する場合、一般的にはガラス組成分に導電性物質を加えたものをペースト状にして印刷し、焼結して抵抗体とする。この際、抵抗体の保護や耐候性の向上を目的として、抵抗体をガラス系材料で覆うように印刷し、焼成することによりオーバーコートすることも行われている。更に、レーザートリミングなどの手法を用いて抵抗値が微調整される。

【0004】ここで、厚膜抵抗体の重要な特性の一つに耐高電圧パルス特性（ESD特性）がある。厚膜抵抗体の導電性はガラス中に形成される導電物質と導電物質間のガラスの薄い層で成立している。厚膜抵抗体に高電圧が印加されると、微細な導電経路は破壊され抵抗値が変化する。そこで、ガラスの粉末を細かくし、導電粒子との分散を良くし、ガラスと RuO_2 粒子で形成する導電経路の数を多くし、一つの導電経路に流れる電荷を少なくする事で導電経路の破壊を防ぎ、抵抗値変化を小さくする方法が考えられる。しかし、オーバーコートガラスと同時焼成する抵抗体は、抵抗体中のガラスを細かくしすぎるとペースト中のバインダーが分解しにくくなり、オーバーコートガラスの焼結前に分解しきれず、オーバーコートガラスに閉じ込められ、抵抗体にカーボンとして残り、これが酸化され、 CO_2 等となり、温度上昇と共に膨張し、抵抗体に気泡を形成することがある。

【0005】一般にセラミック回路基板に用いられる抵抗体は、抵抗体を $800\sim 900^\circ\text{C}$ で焼成後、低融点のオーバーコートガラスを印刷し、 $500\sim 600^\circ\text{C}$ で焼成する。しかしながら電子機器の小型化、高密度化に伴いセラミック基板も高密度のための多層化、シリコンチップ搭載のために低熱膨張化の傾向にある。このような回路基板には低温焼成基板が用いられている。

【0006】低温焼成基板は多くの場合内層に Ag 、 Cu が用いられていて、その熱膨張収縮の回数を少なくし、信頼性の高い回路基板を得るためには焼成回数ではできる限り少なくする必要がある。又、回路基板と熱膨張を合わせる為、オーバーコートガラスも低熱膨張のガラスを用いる必要があるが、低融点のガラスは耐候性の点で欠点がある。そのため抵抗体の焼成温度程度のガラス

を用いざるを得ない。

【0007】従って、多層構造、あるいは低熱膨張のセラミック回路基板にはオーバーコートと同時焼成の抵抗体を用いるのが望ましいことになる。しかし、上記のように抵抗体とオーバーコートを同時に焼成すると、オーバーコートガラスが抵抗体から発生する気泡を閉じ込め、焼結後の抵抗体内部に気泡が残存する傾向がある。抵抗体中気泡はレーザートリミング時にトリミング先端が気泡と非常に接近した場合、トリミング先端と気泡との間にクラックが入り、抵抗値の安定性のない抵抗体になるという問題点があった。

【0008】これを図によって説明すると、図1はセラミック回路基板上に設けられた従来の外部抵抗体の平面図であり、図2はその断面図である。セラミック基板の表面1に金属ペーストなどを配線材料として印刷して表面の導体パターン2が形成され、その一部が抵抗体3への電極となっている。抵抗体3はガラス成分に金属などの導電材料を加えたものが用いられ、その上部を覆ってガラス材料がオーバーコート4されている。そして、抵抗体3とオーバーコート4とで外部抵抗体7が形成されている。このオーバーコート4は個々の抵抗体3よりやや広くなるように覆ってもよいし、複数の抵抗体3を導体パターン2をも含めて広い面積にわたって一様に覆ってもよい。広い範囲をオーバーコートする場合には、必要な個所にビアホールを設け、更に外部との導通を図ることもできる。

【0009】オーバーコート4と抵抗体3は同時焼成されると、抵抗体内に発生した気泡6がオーバーコート4が存在することによって外部へ逃げられなくなって内部に閉じ込められた状態となっている。このような外部抵抗体7をレーザートリミングすると図示されるようなトリミング溝5がオーバーコート4と抵抗体3中に形成される。

【0010】通常、レーザートリミングは抵抗値を測定しながら行われるが、気泡6の存在はこのような精密なトリミングを困難にするばかりでなく、トリミング溝の先端が気泡6と接近した場合にはマイクロクラックが生ずることになる。また、トリミング中にはクラックが生じていなくても、気泡が原因となって製品として使用中にクラックが発生することもある。このように抵抗体中の気泡の存在は抵抗値を不正確にし、安定性のないものとしている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、抵抗体が気泡をほとんど含有せず、かつ、抵抗体と同時焼成されたオーバーコートを有するセラミック回路基板用厚膜ペースト及びそれを有したセラミック回路基板を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者らは鋭意検討の

結果、抵抗体とオーバーコートガラスが特定の関係を有する時に上記目的が達成されることを見出し本発明に至った。

【0013】即ち、本発明は下記の(1)～(5)の構成のセラミック回路基板である。

【0014】(1) オーバーコートガラスと抵抗体とを同時焼成するセラミック回路基板に使用する抵抗ペーストにおいて、該抵抗ペーストが RuO_2 粉末、ガラス粉末、及び有機ポリマーと溶剤とから成るビヒクルとで構成され、 RuO_2 粉末の比表面積が $10 \sim 20 \text{ m}^2/\text{g}$ であり、ガラス粉末の比表面積が $4 \sim 14 \text{ m}^2/\text{g}$ である事の特徴とするセラミック回路基板用抵抗ペースト。

【0015】(2) オーバーコートガラスと抵抗体とを同時焼成するセラミック回路基板に使用するオーバーコートガラスペーストにおいて、該オーバーコートガラスペーストがガラス粉末、及び有機ポリマーと溶剤とからなるビヒクルとで構成され、ガラス粉末の比表面積が $2 \sim 6 \text{ m}^2/\text{g}$ である事の特徴とするオーバーコートペースト。

【0016】(3) 上記抵抗体がガラス成分として $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$ 系であることを特徴とする前記(1)記載の抵抗ペースト。

【0017】(4) 上記オーバーコートガラスの成分として $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{Cr}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$ 系ガラス粉末60～90重量%とアルミナ粉末10～40重量%を含有することを特徴とする前記(2)記載のオーバーコートペースト。

【0018】(5) 前記(1)～(4)のいずれか1つにおいて、使用されるセラミック回路基板が、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$ 系又は $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$ 系ガラスとアルミナよりなることを特徴とするセラミック回路基板。

【0019】本発明によって、オーバーコートガラスと抵抗体を同時焼成しても、ESD特性が良好で、抵抗体に気泡が残留せず、低気泡性抵抗体が得られる理由は、抵抗体のガラス粉末及び RuO_2 粉末の比表面積(BET値)やオーバーコートのガラス粉末の比表面積を限定して、抵抗体から気泡が逃げやすい範囲を見出したことにある。

【0020】具体的には、抵抗体のガラス粉末の比表面積(BET値)が $4 \text{ m}^2/\text{g}$ 未満ではESD特性が悪くなり、 $14 \text{ m}^2/\text{g}$ を越えると抵抗体に気泡が発生し、レーザートリミング後の安定性に欠ける。同じく、 RuO_2 粉末のBET値が $10 \text{ m}^2/\text{g}$ 未満ではESD特性が悪くなり、 $20 \text{ m}^2/\text{g}$ を越えると抵抗体に気泡が発生する。又、オーバーコートガラスのガラス粉末のBET値が $2 \text{ m}^2/\text{g}$ 未満ではガラスの緻密性がなくなり耐湿特性が悪化し、 $6 \text{ m}^2/\text{g}$ を越えるとガラスの緻密化が早くなって抵抗体に気泡が発生する。

【0021】本発明のセラミック回路基板としては、セ

ラミックを絶縁体として使用するものであれば単層でも多層でもよく、多層のセラミック回路基板の場合はその製法として、グリーンシート積層法、グリーンシート印刷法が挙げられる。又、基板の片面のみの回路基板でも両面回路基板でもよい。

【0022】本発明に用いられるセラミック材料としては特に限定されず、アルミナ(Al_2O_3)、窒化アルミニウム(AlN)や炭化ケイ素(SiC)及びこれらを主成分とする各種セラミックが挙げる。又、アルミナ粉末にガラス粉末を混入した低温焼成セラミックも用いることができる。内層に用いられる導体材料は基板材料によって異なり、アルミナや窒化アルミニウムではモリブデンやタングステンのような高融点金属が使われる。比較的低温で焼成できる基板材料のときは、金、銀、銀パラジウム合金、銅、ニッケルなどの金属が用いられる。

【0023】セラミックグリーンシートと配線用導体ペーストを同時焼成する同時焼成セラミック回路基板の一つに、WやMoをアルミナまたは窒化アルミ等の基板の配線用導体として使用し、導体が酸化しないように還元雰囲気中で同時焼成するセラミック回路基板がある。しかしながら、酸化雰囲気中で焼成する必要のある信頼性の高い RuO_2 系や $\text{Bi}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ 系の抵抗を形成しようとすると導体が酸化してしまうという問題がある。これに対して、Ag、Ag-Pd、Ag-Pt、Ag-Pd-Ptなどの導通抵抗が小さく、酸化焼成が可能なAg系導体を使用し、これらの導体材料の融点($900 \sim 1200^\circ\text{C}$)以下で焼成できるセラミック材料を絶縁体として用いた低温焼成セラミック多層配線基板が開発されており、本発明のセラミック基板として特に好ましい。

【0024】一般に約 1200°C 以下で焼成されるセラミック基板を低温焼成セラミック基板といい、導体として内層および表層にAg系またはCu系等が用いられる。このように低温焼成セラミック絶縁体材料としては、内蔵する例えばAg系導体材料の融点よりも低い温度で焼成できるものを使用するのが好ましい。Ag導体やPdおよびPtの含有率の低いAg合金系導体を使用する場合には、それらの多層に形成される金属の融点が約 $900 \sim 1200^\circ\text{C}$ と低いので、 $800 \sim 1100^\circ\text{C}$ で焼成できる材料を使用する必要があり、代表的なものとしては、ホウケイ酸ガラスやさらに数種類の酸化物(例えば MgO 、 CaO 、 Al_2O_3 、 PbO 、 K_2O 、 Na_2O 、 ZnO 、 Li_2O など)を含むガラス粉末とアルミナ、石英などのセラミック粉末の混合物を原料とするものや、コージエライト系、 α スボジュメン系の結晶化が生じるガラス粉末を原料とするものがある。具体的には、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$ 系又は $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$ 系ガラスとアルミナよりなるものが挙げられる。

【0025】かかる材料は上記のように単層としても用

いることができるが、積層して多層基板とするためには、グリーンシートを使用したグリーンシート積層法が用いられる。例えば、セラミック絶縁体材料粉末をドクターブレード法により成形し、厚み0.1～0.5mm程度のグリーンシートを得る。そして必要な配線パターンをAg、Ag-Pd、Ag-Pt、Ag-Pd-Ptなどの導体材料ペーストを使用してスクリーン印刷する。また、他の導体層が接続できるように、打ち抜き金型やパンチングマシンでグリーンシートに0.1～2.0mmφ程度の貫通スルーホールを形成する。配線用ビアホールにはAg系導体材料を充填しておく。同様の方法で回路を形成するのに必要なだけ、他のグリーンシートにも配線パターンを印刷する。これらのグリーンシートを各グリーンシートに穴明けした位置決め穴を用いて正確に積層した後、80～150℃、10～250kg/cm²の条件で熱圧着し一体化する。

【0026】回路に内部抵抗を含む場合には、酸化雰囲気中で焼成されるRuO₂、Bi₂Ru₂O₇系の抵抗を形成する。その場合には抵抗用電極とともに内層用グリーンシートに印刷しておく。

【0027】以上のようにしたものを酸化雰囲気中で同時焼成し、導体内蔵セラミック多層基板を得る。

【0028】以上、低温焼成セラミックを例にして説明したが、これらは本発明の好ましい態様であるが、これに限定されるものではない。

【0029】本発明において用いられる抵抗体は、RuO₂系の電気抵抗成分とガラス成分からなるものであり、ペースト状でセラミック回路基板に厚膜法で、通常は印刷される。印刷された抵抗体の上にオーバーコートガラス成分、例えばCaO-AI₂O₃-SiO₂-B₂O₃系のガラスがやはり厚膜法、通常は印刷される。そし

て、本発明においてはこれら抵抗体とオーバーコートガラスは同時焼成される。この焼成は通常の空気中で行われる。

【0030】

【実施例】本発明を実施例及び比較例によって更に詳しく説明する。

【0031】セラミック回路基板は以下の方法によって作成された低温焼成セラミックを用いた。重量組成がCaO27%、Al₂O₃5%、SiO₂59%、B₂O₃9%であるガラス粉末60重量%と平均粒径1.0μmのAl₂O₃粉末40重量%を混合して粉末成分とした。

【0032】セラミックグリーンシートは上記粉末成分と重量比でアクリル樹脂10%、トルエン30%、イソプロピルアルコール10%及びジブチルフタレート5%をボールミルで混合し、ドクターブレード法にて膜厚0.4mmのグリーンシートを作成した。次いでこのグリーンシートに金型で所定の位置に穴をあけ、Agペーストを穴にスクリーン印刷法で充填した。乾燥後Agペーストで配線パターンをスクリーン印刷法で形成した。同様の方法で他の配線パターンの印刷されたグリーンシートを作成し、所定の層に重ね合せ熱圧着した。この積層体を900℃20分ホールドで焼成し、セラミック回路基板を得た。

【0033】このセラミック基板に表1のA～Cに示されるガラス組成の抵抗体（ガラス：RuO₂=80：20）を抵抗体部が巾1mm、長さ2mmになるように印刷した。オーバーコート材料としては、表2のD～Fに示されるガラス組成を有するものを上記抵抗体上に印刷した。

【0034】

【表1】

表1 抵抗体のガラス組成 (重量%)

	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	B ₂ O ₃	不純物
A	20.2	12.6	36.7	27.0	3.5
B	26.2	3.1	36.2	32.9	1.6
C	17.3	7.0	53.9	18.2	3.6

【0035】

【表2】

表2 オーバーコートのガラス組成 (重量%)

	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	B ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	不純物
D	16.0	35.3	36.1	10.7	0.9	1.0
E	14.0	37.8	39.2	7.2	0.3	1.5
F	18.2	32.1	32.0	14.1	1.8	1.8

【0036】これらの抵抗体とオーバーコートガラスを各種組み合わせたものを890℃で10分間、空気中で同時焼成した。

【0037】結果を表3に示す。ここで、ESDとは、

1KVの電圧を10パルス印加した時の抵抗値の変化率であり、耐湿負荷とは、レーザートリミング後85℃、85%RHで1/32Wの負荷を連続して1000時間与えたときの抵抗値の変化率の最大のものであり、熱サ

イクルとは、レーザートリミング後、 $-55^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$ を100サイクル繰り返した後の抵抗率の変化率である。

【0038】

【表3】

表3 試験例と試験結果

	抵 抗 体				オーバーコートガラス		試験結果		
	ガラス組成	ガラスBET値	RuO_2 BET値	ガラス: RuO_2	オーバーコートガラス組成	オーバーコートBET値	ESD	耐湿負荷	トリミング後抵抗率
1	A	8.0	15.0	80:20	D	4.0	-0.1	+0.1	+0.2
2	"	13.9	19.7	"	"	5.9	-0.1	+0.1	+0.4
3	"	"	"	"	"	2.1	-0.1	+0.5	+0.4
4	"	4.2	10.2	"	"	5.9	-0.5	+0.1	+0.1
5	"	"	"	"	"	2.1	-0.5	+0.5	+0.1
6	B	7.9	15.0	"	"	4.0	-0.1	+0.1	+0.1
7	"	13.8	19.7	"	"	5.9	-0.1	+0.1	+0.6
8	"	"	"	"	"	2.1	-0.1	+0.5	+0.5
9	"	4.0	10.2	"	"	5.9	-0.6	+0.1	+0.2
10	"	"	"	"	"	2.1	-0.6	+0.6	+0.2
11	C	7.7	15.0	"	"	4.0	-0.2	+0.1	+0.2
12	"	14.0	19.7	"	"	5.9	-0.1	+0.1	+0.6
13	"	"	"	"	"	2.1	-0.1	+0.6	+0.5
14	"	4.1	10.2	"	"	5.9	-0.5	+0.1	+0.2
15	"	"	"	"	"	2.1	-0.5	+0.4	+0.2
16	"	14.0	19.7	"	E	2.2	-0.1	+0.5	+0.7
17	"	"	"	"	"	5.9	-0.1	+0.1	+0.8
18	"	4.1	10.2	"	"	2.2	-0.5	+0.4	+0.2
19	"	"	"	"	"	5.9	-0.5	+0.1	+0.2
20	"	14.0	19.7	"	F	2.3	-0.1	+0.5	+0.8
21	"	"	"	"	"	5.8	-0.1	+0.1	+0.8
22	"	4.1	10.2	"	"	2.3	-0.5	+0.5	+0.2
23	"	"	"	"	"	5.8	-0.5	+0.1	+0.2
24	A	15.1	19.7	"	D	4.0	-0.1	+0.1	+2.1
25	"	3.2	15.0	"	"	4.0	-1.7	+0.1	+0.2
26	"	8.0	7.2	"	"	4.0	-2.3	+0.1	+0.1
27	"	8.0	25.6	"	"	4.0	-0.1	+0.1	+2.5
28	B	7.9	15.0	"	E	1.3	-0.1	+1.7	+0.1
29	"	7.9	15.0	"	"	6.6	-0.1	+0.1	+1.9
30	C	7.7	15.0	"	F	1.2	-0.1	+1.8	+0.1
31	"	7.7	15.0	"	"	8.5	-0.1	+0.1	+1.7

【0039】表3には、抵抗体A～CとオーバーコートガラスD～Fを組み合わせた場合のテストの結果が抵抗値の変化率の最大値で示してある。表3において、番号1～23は本発明の実施例であり、番号24～31は比較例である。表3より、各粉末のBET値が本発明の範囲内のものをを用いた場合には、いずれかのテスト結果の抵抗値の変化率が小さいことがわかる。

【0040】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば低気泡の抵抗体とそれと同時に焼成されたオーバーコートを有するセラミック回路基板が得られ、トリミング後の抵抗体の保護が十分であり、耐候性、安定性に優れた低抵抗性能を発

揮するものである。

【図面の簡単な説明】

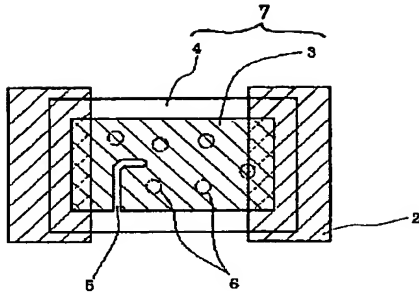
【図1】従来の外部抵抗体を説明する図、

【図2】図1の断面図。

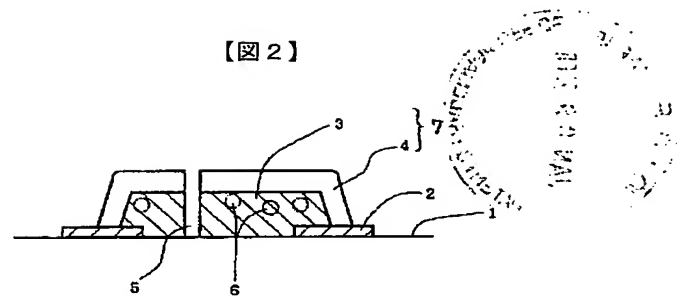
【符号の説明】

- 1 セラミック基板
- 2 表面導体
- 3 抵抗体
- 4 オーバーコートガラス
- 5 トリミング溝
- 6 気泡
- 7 外部抵抗体

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(58) 調査した分野(Int. Cl. 7, DB名)

H05K 1/16

H05K 3/28

H01C 7/00

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.